

NASKAH PUBLIKASI

PRARANCANGAN PABRIK AMIL ASETAT DARI ASAM ASETAT DAN

AMIL ALKOHOL KAPASITAS

70.000 TON PER TAHUN



Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Memeroleh
Gelar Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh:

Aris Kurniawan

D 500 100 008

Dosen Pembimbing:

- 1. Emi Erawati., ST., M.Eng**
- 2. Ir. H. Haryanto AR., MS**

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2014



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK**

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura Telp. (0271) 717417 Fax. 715448
Surakarta 57102

Website: <http://www.ums.ac.id> Email: ums@ums.ac.id

Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah

Yang bertanda tangan di bawah ini pembimbing skripsi/ tugas akhir :

Pembimbing I : Emi Erawati, S.T., M.Eng.

NIK : 989

Pembimbing II : Ir. H. Haryanto AR., M.S.

NIP : 196307051990031002

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi/ tugas akhir dari mahasiswa :

Nama : **Aris Kurniawan**

NIM : **D 500 100 008**

Program Studi : **TEKNIK KIMIA**

Judul Skripsi : **PRARANCANGAN PABRIK AMIL ASETAT
DARI ASAM ASETAT DAN AMIL ALKOHOL
KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN**

Naskah artikel tersebut, layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan.

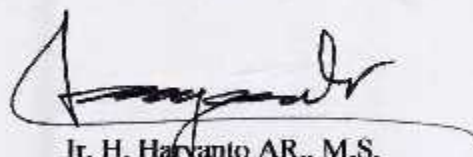
Demikian persetujuan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan seperlunya.

Surakarta, 18 Desember 2014

Pembimbing I

Pembimbing II


Emi Erawati, S.T., M.Eng.
NIK.989


Ir. H. Haryanto AR., M.S.
NIP. 196307051990031002

**SURAT PERNYATAAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Bismillahirrahmanirohim

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Aris Kurniawan**

NTM : **D 500 100 008**

Program Studi : **TEKNIK KIMIA**

Judul Skripsi : **PRARANCANGAN PABRIK AMIL ASETAT
DARI ASAM ASETAT DAN AMIL ALKOHOL
KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN**

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk :

1. Memberikan hak bebas royalti kepada Perpustakaan UMS atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan
2. Memberikan hak menyimpan, mengalih mediakan/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, serta menampilkannya dalam bentuk softcopy untuk kepentingan akademis kepada Perpustakaan UMS, tanpa meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UMS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 18 Desember 2014



**Aris Kurniawan
D 500 100 008**

INTISARI

Senyawa kimia berupa ester yang penggunaannya selalu bertambah setiap tahunnya adalah amil asetat. Adanya prospek ekspor yang selalu terbuka dan untuk mencukupi kebutuhan di Indonesia, dirancang pabrik amil asetat dengan kapasitas 70.000 ton per tahun dari bahan baku asam asetat dan amil alkohol yang direncanakan beroperasi dalam waktu 24 jam selama 330 hari per tahunnya. Kebutuhan amil asetat ini banyak digunakan di berbagai industri antara lain industri yang membutuhkan *solvent* untuk ekstraksi, industri parfum, pemberi *flavor*, dan bahan penunjang dalam bidang farmasi. Proses pembuatan amil asetat dilakukan melalui tiga tahapan yaitu penyiapan dan pencampuran bahan baku, reaksi esterifikasi, dan tahap pemurnian. Pada tahap pencampuran dilakukan dalam alat berupa *mixer*. Tahap selanjutnya yakni reaksi yang berlangsung dalam Reaktor Tangki Alir Berpengaduk (RATB) yang disertai dengan jaket pendingin. Kondisi operasinya yakni pada temperatur 110°C, tekanan 1 atmosfer, fasenya cair-cair, *reversible*, *non adiabatis*, *isothermal*, eksotermis, serta menggunakan katalis padat berupa *amberlyst 15*. Tahap ketiga adalah pemurnian yang dilakukan dalam alat *rectifier*, *stripper*, dan menara destilasi. Pada tahap ini disertai juga dengan *recycle* untuk memaksimalkan hasil produknya.

Bahan baku amil alkohol pabrik ini sebanyak 7.417,70 kg/jam dan asam asetat sebanyak 4.810,28 kg/jam yang nantinya akan menghasilkan produk amil asetat sebanyak 8.838,38 kg/jam. Pabrik yang berlokasi di daerah sekitar Karanganyar, Jawa Tengah ini mempunyai luas sebesar 22.000 m². Alasan pabrik berlokasi di daerah ini karena letaknya yg dekat dengan salah satu bahan baku yang diperoleh dari PT. Acidatama Chemical di Surakarta. Jumlah karyawan dalam pabrik sebanyak 110 orang. Unit pendukung proses meliputi penyediaan air yang berasal dari air sungai Bengawan Solo sebanyak 71.122,44 kg/jam dan penyediaan *saturated steam* sebanyak 3.909,12 kg/jam. Kebutuhan listrik pabrik ini sebesar 500 kW, kebutuhan bahan bakar berupa solar sebesar 573,29 liter/jam, dan kebutuhan udara tekan untuk instrumentasi sebesar 50 m³/jam.

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, prarancangan pabrik amil asetat ini memerlukan modal tetap (FCI) sebesar Rp 363.961.596.448,09 dan modal kerja (WC) sebesar Rp 148.496.272.655,70 dengan keuntungan sebelum pajak mencapai Rp 126.246.573.961,05 per tahun. Setelah pemotongan pajak 30%, keuntungannya menjadi Rp 88.372.601.772,74 per tahun. Dari analisa kelayakan memperlihatkan bahwa *Percent Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 34,69% dan setelah pajak sebesar 24,28%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 2,2 tahun dan setelah pajak 2,9 tahun *Break Even Point (BEP)* terhitung sebesar 52,21%, dan *Shut Down Point (SDP)* terhitung sebesar 34,35%. *Discounted Cash Flow (DCF)* pabrik ini sebesar 41,83%. Jadi dari kriteria-kriteria diatas dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik ini layak secara ekonomi karena menguntungkan serta layak untuk didirikan.

Kata kunci: Amil Asetat, Esterifikasi, Reaktor Tangki Alir Berpengaduk (RATB)

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Akhir-akhir ini salah satu pembangunan dalam sektor ekonomi yang sedang diupayakan oleh pemerintah Indonesia adalah pembangunan industri. Adanya pembangunan industri bertujuan utama untuk mengurangi impor karena selama ini kebutuhan dalam negeri yang selalu kekurangan. Tujuan lainnya yakni menciptakan lapangan kerja yang baru bagi masyarakat, menambah devisa negara karena produk tersebut dapat diekspor, dan juga mendorong berkembangnya kegiatan-kegiatan sektor pembangunan lainnya.

Industri atau pabrik amil asetat merupakan salah satu pabrik dalam bidang teknik kimia yang kebutuhannya masih diperlukan oleh pasar dalam negeri. Amil asetat merupakan salah satu ester yang pembuatannya dengan proses esterifikasi antara alkohol dengan asam lemah. Alkohol yang digunakan dalam proses ini adalah amil alkohol, sedangkan untuk asam lemahnya yakni asam asetat.

Kegunaan senyawa kimia ini umumnya untuk pemurnian, sebagai pelarut atau *solvent* dalam proses ekstraksi, pemberi *flavour* atau rasa, campuran bahan dalam industri parfum, maupun campuran bahan dalam bidang obat-obatan.

Jika dilihat dari perbandingan bahan baku dan produk, secara ekonomi adanya industri amil asetat menguntungkan karena salah satu bahan bakunya relatif murah dan terdapat di Jawa Tengah, Indonesia. Sehingga memungkinkan pendirian pabrik ini bertempat tinggal di Indonesia.

2. Kapasitas Perancangan

Penentuan kapasitas produksi perlu mempertimbangkan berbagai faktor yaitu dengan melihat data BPS pada tabel 1 dan juga data produsen pabrik amil asetat yang sudah berdiri pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 1. Data Impor Amil Asetat

Tahun	Berat (ton/tahun)
2003	4.722,565
2004	5.114,593
2005	4.636,805
2006	5.123,623

2007	14.785
2008	8.446
2009	8.586,959
2010	11.055,875
2011	12.911,189
2012	12.581,27

(Badan Pusat Statistik, 2003-2012)

Tabel 2. Produsen Amil Asetat di
Luar Negeri

No	Produsen/Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
1.	Commercial Solvent Corporation	330.000
2.	Chino Mines, Hurley, N	225.000
3.	Climax Molybdenum, Ft. Madison, Iowa	100.000
4.	Frizche Bros, New Jersey	15.000
5.	Kennecott. U. Copper, Magna, Utah	240.000
6.	Langeloth Metalurgical, Pennsylvania	40.000
7.	Newmont Gold, Carlin, Nevada	195.000
8.	Pasminco, Clarkesville, Tennessee	150.000
9.	Publicker Industries, Inc., Pennsylvania	205.000
10.	Zinc Corporation, Monaco, Pennsylvania	110.000
TOTAL		1.610.000

Dari table 1. diperkirakan sejalan dengan bergantinya tahun maka

kebutuhan amil asetat akan semakin meningkat, sedangkan dari tabel 2. merupakan produsen pabrik amil asetat yang sudah ada di luar negeri. Karena alasan pabrik ini merupakan pabrik yang pertama kali berdiri di Indonesia, maka perlu dipertimbangkan juga faktor perancangan yang baik, sehingga dipilih kapasitas 70.000 ton/tahun dengan lokasi di Karanyar, Jawa Tengah.

B. DESKRIPSI PROSES

1. Langkah-Langkah Proses

Pada dasarnya terbagi menjadi 3 bagian antara lain:

a. Penyiapan bahan baku

Awalnya asam asetat dan amil alkohol sebagai bahan baku disimpan dalam sebuah tangki penyimpanan yaitu (F-1.2) dan (F-1.3). Keduanya berada pada fase cair, suhu 33°C, dan tekanannya 1 atm. Lalu dialirkan menuju pada mixer (M-01) bersama dengan adanya *recycle* dari tahap pemurnian. Lalu campuran yang homogen tersebut dimasukan dalam reaktor yang sebelumnya telah

dilewatkan pada heater (E-1.1) untuk membuat suhunya menjadi 110°C

b. Reaksi Esterifikasi

Dalam reaktor (RATB) dimasukan juga katalis (*amberlyst 15*) untuk membuat laju reaksinya bertambah tanpa mengubah kesetimbangannya. Saat berada dalam reaktor kondisinya *isothermal*, *non adiabatic*, suhu 110°C, eksotermis, fase cair-cair, tekanan 1 atm, dan konversinya 85%. Setelah bereaksi maka terbentuklah produk yakni produk atas berupa sebagian besar air yang langsung menuju *rectifier* (D-1.1) dan produk bawahnya berupa sebagian besar amil asetat dan sisa reaktan lainnya. Produk bawah lalu dialirkan ke *stripper* untuk dimurnikan lebih lanjut.

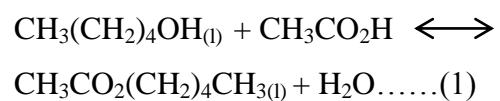
c. Pemisahan dan Pemurnian

Setelah dialirkan ke stripper (D-2.1), maka terjadi pemisahan berdasarkan titik didih. Semua amil asetat beserta sebagian besar amil alkohol dan sedikit asam asetat keuar sebagai produk bawah dari stripper. Sedangkan sisanya yakni air dan reaktan lain sebagai produk atas yang

menuju mixer untuk dilakukan *recycle*. Produk bawah stripper lalu menuju ke alat menara destilasi (D-3.1). Dalam pemurnian destilasi, terbentuk produk atas yakni amil alkohol yang nantinya menjadi produk samping untuk dijual kembali. Sedangkan hasil bawahnya yakni amil asetat kemurnian 99% dengan impuritas berupa amil alkohol 1%. Produk bawah inilah yang nantinya menjadi produk utama yang akan dijual setelah didinginkan sebelumnya.

2. Konsep Reaksi

Mekanisme reaksi asam asetat dengan amil alkohol merupakan reaksi substitusi antara gugus radikal organik dengan ion hidrogen yang berada pada senyawa asam. Reaksi tersebut menyebabkan terbentuknya air (H₂O) karena putusnya ikatan alkil oksigen dengan karbonil oksigen. Berikut reaksinya:



3. Tinjauan Termodinamika

Tujuan termodinamika adalah untuk mengetahui sifat reaksi. Pada reaksi

esterifikasi ini berlangsung secara eksotemis yang dapat dilihat dari perhitungan nilai ΔH bernilai negatif. Berikut perhitungannya:

Tabel 3. Data ΔH_f Pembentukan

No	Komponen	ΔH_{f298} (kJ/mol)
1.	Asam asetat	-434,84
2.	Amil alkohol	-302,38
3.	Amil asetat	-511,90
4.	Air	-241,80

(Yaws, 1979)

$$\begin{aligned} \text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH} &\leftrightarrow \\ \text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11} + \text{H}_2\text{O} &\dots\dots (2) \\ (\Delta H)_{298,15\text{K}} &= (\Delta H_f^\circ \text{produk} - \\ \Delta H_f^\circ \text{reaktan}) &\dots\dots\dots (3) \\ &= (-511,9 - (-241,80)) - \\ &(-434,84 - 302,38) \\ &= -16,77 \text{ kJ/mol} \\ &= -4.005,2543 \text{ kkal/mol} \end{aligned}$$

Persamaan konstanta kesetimbangan reaksi menurut Chiang et, all sebagai berikut:

$$\begin{aligned} K_{eq} &= \frac{k_f}{k_b} = 13,9e^{\frac{-777}{T}} \dots\dots\dots (4) \\ &= 13,9\text{EXP}(-777/383,15) \\ &= 1,829 \end{aligned}$$

Karena harga K_{eq} kecil, maka reaksi ini bersifat *reversible*

C. SPESIFIKASI ALAT PROSES

1. MIXER:

Kode : M-01

Fungsi: Mencampurkan sementara

bahan baku yakni amil alkohol dengan asam asetat beserta sisa reaktan.

Tipe : Tangki silinder tegak dilengkapi pengaduk dengan tutupnya bentuk *torishperical*

Kondisi operasi,

- Suhu : 41,5 °C
- Tekanan: 1 atm

Dimensi *mixer*,

- Tinggi *mixer* total= 4,083 m
- Tinggi *shell* = 2,896 m
- Diameter *shell* = 2,896 m
- Volume *shell* = 16,401 m³
- Volume *head* = 4,781m³
- Tebal *shell* = 1/4 in
- Tebal *head* = 5/16 in

Bahan Konstruksi: *Stainless steel SA 167 Type 304*

Pengaduk:

- Jenis :Turbin dengan 6 *blade disk* standar
- Jumlah *baffle*: 4 sekat
- Putaran Pengaduk: 59,936 rpm
- Power motor: 10 Hp
- Jumlah : 1 buah
- Harga : US \$ 56.555,97

2. REAKTOR

Kode : R-01

Fungsi : Mereaksikan asam asetat dan amil alkohol dengan konversi 85%.

Katalis : katalis padat (*amberlyst 15*)

Tipe :Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Kondisi Operasi:

- Suhu = 110°C
- Tekanan= 1 atm

Dimensi Reaktor:

- Tinggi *shell* = 3,048 m
- Tinggi *head* = 0,556 m
- Tinggi reaktor = 4,160 m
- Diameter *shell* = 3,048 m
- Volume *shell* = 19,063 m³
- Volume *head* = 8,892 m³
- Volume reaktor = 27,955 m³
- Tebal *shell* = 5/16 in
- Tebal *head* = 3/8 in

Bahan konstruksi : *Stainless steel type 304(SA 167)*

Pengaduk:

- Jenis: Turbin dengan 6 *blade disk standar*
- Jumlah *baffle* = 4 buah
- Jumlah Pengaduk = 1
- Diameter *impeller* = 1,016 m
- Putaran Pengaduk: 55,71 rpm
- Power motor = 7,5 Hp

Jaket pendingin:

- Bahan : *Carbon steel*
- Tebal dinding jaket: 1/2 in
- Jumlah : 1 buah
- Harga : US \$ 425.516,34

3. RECTIFIER

Kode : D-1.1

Fungsi : Mengambil komponen ringan (air) dari komponen berat (asam asetat dan pentanol)

Jenis : *Plat Sieve Tray Column*

Bahan : *Stainless steel*

Bentuk head : *Torispherical head*

Kondisi operasi,

- Tekanan = 1 atm
- Suhu umpan = 110°C
- Suhu distilat = 100,03 °C
- Suhu *bottom* = 109,71 °C

Dimensi *rectifier*:

- Diameter = 1,16 m
- Tinggi = 22,922 m
- Tebal *shell* = 3/16 in
- Tebal *head* = 3/16 in

Plate rectifier:

- Plate minimal = 11 plate
- Plate ideal = 31 plate
- Plate Aktual = 50 plate
- Umpan *tray no.* = 49
- ΔPt = 0,006 atm

Jumlah: 1

Harga : US \$ 62.839,97

4. STRIPPER

Kode : D-2.1

Fungsi : Mengambil komponen berat sebanyak 10.786,78 kg/jam (amil asetat dan pentanol) dari komponen ringan (asam asetat dan air).

Jenis : *Plat Sieve Tray Column*

Bahan : *Stainless steel*

Bentuk head: *Torispherical head*

Kondisi operasi,

- Tekanan = 1 atm
- Suhu umpan = 129,59°C
- Suhu distilat = 107,7°C
- Suhu bottom = 147,3°C

Dimensi *rectifier*,

- Diameter = 1,29m
- Tinggi = 19,01 m
- Tebal shell = 3/16 in
- Tebal head = 3/16 in

Plate:

- Plate minimal = 15 plate
- Plate ideal = 26 plate
- Plate aktual = 41 plate
- Umpan tray no. = 1
- ΔP_t = 0,001 atm

Jumlah : 1

Harga : US \$ 68.186,97

5. MENARA DESTILASI

Kode : D-3.1

Fungsi : Memurnikan produk utama (amil asetat) sampai 99%

Jenis : *Plat Sieve Tray Column*

Bahan : *Stainless steel*

Bentuk head : *Torispherical head*

Kondisi operasi,

- Tekanan = 1 atm
- Suhu umpan = 147,26°C
- Suhu distilat = 137,93°C
- Suhu bottom = 149,41°C

Dimensi menara distilasi,

- Diameter = 2,058 m
- Tingginya = 23,631 m
- Tebal *shell* = 3/16 in
- Tebal *head* = 3/16 in

Plate,

- Plate minimal = 31 plate
- Plate ideal = 38 plate
- Plate aktual = 57 plate
- Umpan tray no. = 34
- ΔP_t = 0,007 atm

Jumlah: 1

Harga : US \$ 133.534,93

D. UTILITAS

Utilitas atau biasa disebut dengan unit pendukung proses adalah salah satu faktor yang berperan penting

dalam dunia industri atau pabrik. Pada pabrik ini, utilitasnya dapat terbagi menjadi:

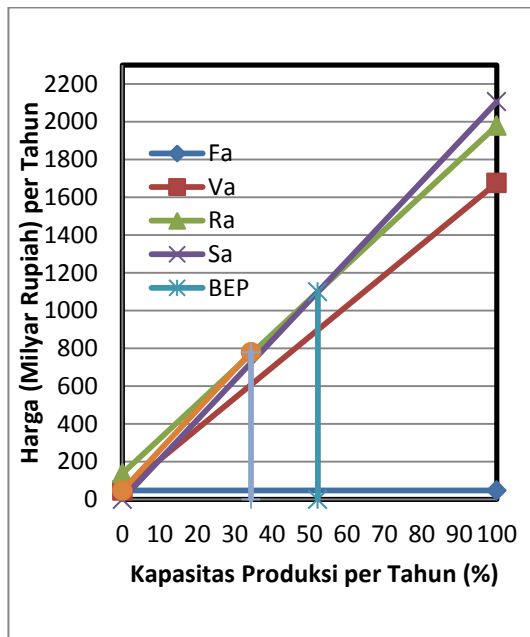
1. Unit penyediaan air yang berasal dari daerah dekat pabrik yakni sungai Bengawan Solo sebesar 71.122,44 kg/jam beserta unit penyediaan steam sebesar 3.909,12 kg/jam.
2. Unit penyediaan listrik untuk pabrik ini sebesar 500 kW dengan bahan bakar sebesar 573,29 L/jam.
3. Unit udara tekan yang berfungsi secara tidak langsung untuk menggerakkan instrumentasi sebesar 50m³/jam.

E. ANALISIS EKONOMI

Sebuah pabrik tidak akan dapat berdiri dengan baik apabila tidak merencanakan atau melakukan analisis ekonomi terlebih dahulu. Pabrik amil asetat yang akan berdiri ini termasuk pabrik yang mudah dibuat karena salah satu keuntungannya adalah letaknya yang strategis dekat dengan bahan baku, sehingga akan membuat nilai ekonominya lebih ekonomis. Berikut

ini beberapa kriteria ekonominya sebagai berikut:

1. Nilai FCI-nya mencapai Rp.363.961.596.448,09 dengan nilai WC-nya sebesar Rp.148.496.272.655,70.
2. Keuntungan yang didapatkan sebelum pajak yakni Rp.126.246.573.961,05 per tahun dan setelah dilakukan pemotongan pajak senilai 30% keuntungannya menjadi Rp 88.372.601.772,74 per tahun.
3. ROI untuk pabrik amil asetat ini sebelum pajak yakni 34,69% dan setelah pajak 24,28%. Sedangkan untuk POT pabrik amil asetat ini sebesar 2,2 tahun sebelum pajak. Setelah pajak POT-nya 2,9 tahun. Kriteria untuk ROI minimal 20% dan POT maksimal 5 tahun.
4. BEP,SDP, dan DCF untuk pabrik amil asetat ini masing-masing sebesar 52,21%, 34,35%, dan 41,83%. Nilai BEP biasanya antara 40-60%



F. KESIMPULAN

Dari analisis-analisis ekonomi pabrik amil asetat di atas, terlihat bahwa pabrik tersebut telah memenuhi kriteria yang diharapkan. Sehingga rencana pendirian pabrik amil asetat kapasitas 70.000 ton/tahun ini menguntungkan secara ekonomis dan layak untuk didirikan

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik, 2012, Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia, Ekspor Impor, Jakarta. Tanggal akses 09 Desember 2012, pukul 09.30WIB.

Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D, 2003, *Plant Design and Economic for Chemical Engineering. ed 5th*, Mc. Graw-Hill International Book Company Inc., New York.

Yaws, 1979, *Thermodynamic and Physical Properties Data*, Mc. Graw Hill Book Co., Singapore.

Mc. Ketta J.J, and Cunningham W.A., 1977, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, volume 31, Marcel Dekker, Inc., New York.